

【原著論文】

スノーケリング初級者における最速のフィン泳力を導く フィンの硬度について

小泉 和史

アクアスポーツ研究室

Hardness of fin lead fastest fin swimming ability in snorkeling beginners

Kazushi KOIZUMI

Abstract: The purpose of this study was to investigate hardness of fin lead fastest fin swimming ability in snorkeling beginners. We measured the time in 25 m of swimming with fin for 102 snorkeling beginners who cleared technical test. The swimming styles were 2 styles FK (Flutter Kick) and UAP (Under Arm Push), and the rubber hardnesses of fin were 3 types (A75, A80, A85). The results were as follows; Comparison of the 3 types of the rubber hardness showed a significantly faster one was A75 followed by A80, A85. Correlation coefficients in FK and UAP styles between fin swimming ability and knee extension muscular strength were moderate or low in women. Correlation coefficients of A75 in the UAP style between fin swimming ability and knee extension muscular strength were low in men. These imply that the fin of rubber hardness of A75 led fastest fin swimming speed regardless of the knee extension strength and sex in snorkeling beginners.

要旨: 本研究の目的は、スノーケリング初級者を対象にスノーケリング初級者における最速のフィン泳力を導くフィンの硬度について明らかにすることであった。実験では、初級レベルのスノーケリングプログラムの技能テストをクリアした者 102 名に対して、プールにて 25 M のタイム測定をした。泳法はフラッターキック（以下 FK と略記）とアンダーアームプッシュ（以下 UAP と略記）の 2 種目とし、フィンのゴム硬度は 3 種類（A75, A80, A85）とした。測定結果に対して、フィン泳力と膝伸展筋力との関係について比較検討した結果、以下の結論を得た。3 種類のゴム硬度についての比較では、A75, A80, A85 の順に有意に速い記録を示した。各ゴム硬度におけるフィン泳力と膝伸展筋力との関係を検討した結果、女性は FK, UAP 共に有意な正の相関関係が認められ、中程度もしくは低い関係を示した。男性は UAP の A75 に有意な正の相関関係が認められ、低い関係を示した。これらにより、スノーケリング初級者は、膝伸展筋力や性別に関わらずゴム硬度 A75 のフィンがフィン泳力を最速に導き出すことが示唆された。

(Received: October 27, 2017 Accepted: April 6, 2018)

Key words: snorkeling, fin swimming, rubber hardness, knee extension muscular strength

キーワード: スノーケリング, フィン泳, ゴム硬度, 膝伸展筋力

1. 緒 言

スポーツ用具としてフィン（足ヒレ）を使用するレジャースポーツには、スクーバダイビング、スキндаイビング、スノーケリング（シュノーケリングと同義）などがある。レジャー白書 2015¹⁾のデータによると、2014 年のスクーバダイビング、スキндаイビングの参加人口は 120 万人であったと報告されており、その人

口からフィンの使用数が推測できる。

フィンを使用するスノーケリング、スキндаイビング、スクーバダイビングの位置づけについては、スノーケリングは海を理解するための窓口として、最も身近で手軽な活動であり、次のステップとしてのスキндаイビングにスムーズに発展することができる。また、更なる興味の発展からスクーバダイビングにつながると述べられている²⁾。

その初歩的なステップとしてのスノーケリングとは、主に水中マスク、スノーケル、フィン、ジャケット（浮力体）といった4点セットを用い、水面での浮力を十分に確保しつつ、水面上を漂うようにして移動することとされている。活動方法は、口にくわえたスノーケル（パイプ状の呼吸管）を通して呼吸活動を継続しながら、水面下に没することなく水中の様子を観察することを示している²⁾。

海上保安庁³⁾は、2016年におけるスノーケリング事故者数は58人、死者・行方不明者は31人（死亡率58%）で、その事故内容の中に潮流などで戻れず帰還不能（11人：19%）が含まれており、技能が不足している点を指摘している。また、海上保安庁も事故原因は活動中に対する不注意や知識、技能不足等の自己の過失が多くを占めていると報告している⁴⁾ことから、事故者の多くがスノーケリング初級者と推測できる。

西ら⁵⁾は水難事故に関連性がある潮流について、水難事故を決定的に減らすための対策として離岸流の重要性を指摘している。離岸流とは、海岸波動の非線形性によって岸側に輸送された海水が局所的な地点において沖へ戻る際に形成される強い流れと示している⁶⁾。また海上保安庁⁷⁾は一般的な離岸流の発生規模として、3つ示している。それは①幅は10m～30m程度②沖への長さは数10m～数100m③速さは約2m/secになることもあるとしている。そしてこの2m/secの速さは、トップスイマーが100m全力で泳ぐ速さと同等とも示していることから、その速さが推測できる。離岸流に流された時の対処法は、日本赤十字社⁸⁾によると、決して岸に向かって泳いで帰ろうとしてはならないとしたうえで、流れを横切って離岸流から逃れるか、流れが途切れる所まで行った後に岸に向かって泳いで帰ることが大切と述べてられている。また、栗山⁹⁾はパニックにならず冷静に流れに対して横へ泳げば脱出できる可能性があるとして述べている。

それらのことから、スノーケリング初級者がレジャーとして活動するために通常活動時は、特にスピードを要することなくゆっくりと泳ぎながら水面を進む程度のフィン泳力が必要である。その反面、潮流に流された時や水難事故時でのフィン泳力は、技能面と安全管理面から、最速で泳ぎ自己保全することやパディを曳行できることなどが必要と考えられる。

新保¹⁰⁾は、スポーツ用具の改良はスポーツパフォーマンスの上にも、記録の上にも大きな影響を与えていると述べている。また、単なる物体のスポーツ用具がスポーツ用具として機能し意味を持つてくるには、人間との相互関係に編入された場合、人間の能力であるスポーツ技能に種々の作用を及ぼすことになることも述べている。フィンを使用するレジャースポーツに置き

換えると、人間が個々の能力にあったフィンというスポーツ用具を選択した際は、フィンキック技能に作用することにより、フィン泳力などに対して大きな影響を及ぼすといえる。つまりスノーケリングにおいて、最速で泳ぐことができる個々の能力にあったフィンの選択は重要と考えられる。

フィンを動かす能力としては、水面および水中において推進力を得て、移動するための脚力が必要となる。フィンキック技能に作用する脚力は、主としてダウンキックにおいて必要となる膝伸展筋力が考えられる。また、その筋力に合ったフィンを選択する際には、柔らかい、硬いといったフィンの材質における硬度が指標となることと考えられる。

フィンの選択基準について望月¹¹⁾は、硬さ、サイズと形状の3点であり、硬さについては足のけりの強い男性には比較的硬いもの、けりの弱い女性や子供には柔らかいものを選ぶと良いとしたうえで、この意味から初級者は比較的柔らかいもの、熟練して物足りなくなった時点で硬いものに移行することが望ましいと述べている。Pendergastら¹²⁾は、女性におけるフィンを用いた効率性の研究において、柔らかいフィンが最も良いパフォーマンスであったことを報告している。須賀¹³⁾は、硬い合成樹脂素材のブレードは大きな筋肉の力を要求するため、日本人の足の筋肉の強さに適合して使いやすく感じるのは、材質としてゴムのフィンであり、フィンを着用してあまり力を入れずにゆったりと400M泳ぎ違和感が無いのが良いと述べている。Abralde^{14,15)}は25M最大泳スピードの測定実験において、単独泳ではフィンの硬さに差異がなかったことや溺者曳行訓練用のマネキンキャリアー時には、硬いフィンのタイムが速かったことを報告している。

Zamparoら^{16,17)}はフィンの形態と泳速との関係を調べた研究において、泳速にはフィンの硬さが一因子として影響し、柔らかいフィンに比べ、硬いフィンの方が高い泳速に繋がると報告している。Pendergastら¹⁸⁾は、硬いフィンは大きな推進力が得られ、フィンの抵抗を克服するのに十分な脚力を持たなければならないと述べている。また、大下ら¹⁹⁾は硬いフィンを使用することは柔らかいものに比べ、より多くの脚力が要求されると述べている。すなわち、脚力が高く硬いフィンを使いこなすことができる場合は、フィン泳力に関係してタイムが速いととらえることができる。

しかしながら、具体的に数値化された脚力に応じたフィンの硬度については、先行研究及びフィンを使用するレジャースポーツのテキストや指導書には記載が無く、明確な根拠が示されていないのが現状である。

そこで本研究の目的は、スノーケリング初級者を対象として最速のフィン泳力を導くフィンの硬度を検討

表1 調査対象者における身体的特徴と膝伸展筋力値

身体的特徴	男性(n=65)		女性(n=37)		t(100)	p
	M	SD	M	SD		
年齢(歳)	19.8	0.5	19.7	0.7	0.42	0.70
身長(cm)	171.4	5.9	161.0	6.0	8.50	*
体重(kg)	65.5	7.1	55.8	5.2	7.27	*
膝伸展筋力(kgf)	49.3	11.1	36.7	6.5	6.34	*

*:p<0.05 M:平均値 SD:標準偏差 t:t値

することによって、スノーケリングで用いるフィンを選択する基準についての基礎的資料を得ることである。

2. 方法

1) 調査対象者

調査対象者は、2016年9月7日から17日の期間に行われたN大学マリンスポーツ実習参加者男女102名(男性65名,女性37名)であった。調査対象者における身体的特徴と膝伸展筋力値は表1に示す。

調査対象者の技能レベルは、N指導団体スノーケリングプログラムという初級者レベル認定コースの実技試験合格者である。このプログラムは、4点セットを着用して、フィンキック、スノーケルクリア、水面でのマスク脱着、フィン脱着などの自己保全能力を習得するもの²⁰⁾である。講習時でのフィン泳は、コンファインドウオーターにて400M泳、オープンウォーターにて30分間のファンズノーケリングを実施した。

なお、調査対象者には実験の目的、内容、危険性、個人情報の保護、インフォームドコンセントについて文章及び口頭にて十分な説明を行い、同意を得た後に調査を開始した。また、本研究は日本体育大学倫理委員会の承認を得て実施された(承認番号第016-H047号)。

2) 実験場所

フィン泳力の実験場所は、セントラルスポーツ Outdoor Village THE101 プール(25m×13m×水深1.2~1.5m)であった。プールの水温は28°C、気温は29°Cであった。膝伸展筋力の実験場所は、隣接の講義室であった。

3) 装備

調査対象者にマスク、スノーケル、ブーツ、スノーケリングジャケット、フィンの5点を装着させた。使用器材は、マスク&スノーケル:AQAデュオソフトII&サミードライシリコン2点セットKZ-9059N、ブーツ:(各自任意:使用例TUSA DB-3014)、スノーケリングジャケット:AQAライフジャケットKA-9012、フィン:GULLスーパーミューXXハイブリッド(写



写真1 GULLスーパーミューXXハイブリッド(左側:A75, 中間:A80, 右側:A85)

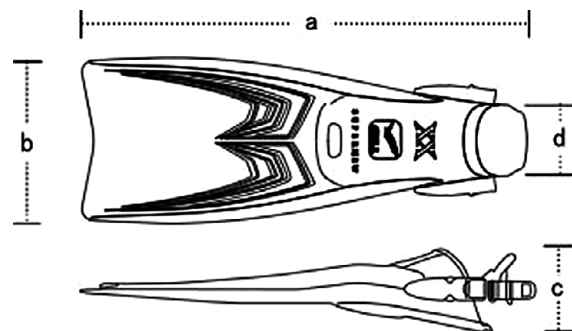


写真2 フィンの形状 (a560×b200×c100×d90 mm)

真1)であった。フィンの重さは1,127g、形状は560×200×100×90mm(写真2)であった。フィンの硬度は、フィン素材のゴム硬度に置き換えた。測定では、K社から一般的に市販されているゴムフィンの硬度を参考にしたうえで、ゴム硬度はJIS規格に準拠したK6253のタイプAの柔らかい数字順に75(以下A75と略記)、80(以下A80と略記)、85(以下A85と略記)の3種類とした。

4) 泳法及びフィン泳力の測定方法

調査対象者の泳法は単独泳として通常スノーケリング時のフラッターキック(以下FKと略記)(写真3)及び曳行としてフラッターキックを使用するアンダーアームプッシュ(以下UAPと略記)(写真4)とした。



写真3 フラッターキック (FK)

その際に救助者役の左手は溺者役を確保して、ゴール地点を目視したうえで曳行した。また、救助者役に対する溺者役は、常に同一の者とした。

タイム測定 (100分の1秒まで) は、水面水平方向25 Mを最大努力によるフィン泳をそれぞれ2回ずつ行い、速い方の記録を測定値とし、測定距離の25 (m)をその記録 (sec) で除した値を算出し、フィン泳力 (m/s) を分析対象とした。合計12回測定する際のインターバルは、それぞれの泳法の測定後10分間であった。スタート方法は、調査対象者がスタート側プール内壁に右手と右足を触れておき、合図と共に内壁を右足で蹴りスタートした。ゴール方法は、調査対象者が25 M泳いだ後、ゴール側プール内壁に右手を触れた際にゴールと判断した。

5) 膝伸展筋力の測定方法

膝伸展筋力の測定には竹井機器工業製の片脚用筋力測定台 (T.K.K.5715) 及びテンションメーターD (T.K.K.5710) を使用し、椅坐下腿下垂位での等尺性膝伸展筋力を測定した。測定に際しては、椅子に座り膝が90度屈曲位になるよう下腿を下垂させ、両上肢は胸部前方で組ませた (写真5)。約3秒間の最大努力による等尺性膝伸展運動を左右2回ずつ行わせ、最大値



写真5 膝伸展筋力測定

を測定値とし、左右平均の膝伸展筋力 (kgf) を分析対象とした。

6) 統計処理

統計処理は、各測定値について平均値と標準偏差を算出した。調査対象者の身体的特徴と膝伸展筋力値については、対応のないt検定を実施した。各泳法において、性別 (男性及び女性) に対して、3種類のゴム硬度 (A75, A80, A85) におけるフィン泳力の記録の差は、二元配置分散分析 (性別: 対応なし・ゴム硬度: 対応あり) を実施した。その後の検定には Bonferroni 法による多重比較を行った。また、3種類のゴム硬度におけるフィン泳力の記録の速さを検討するために一元配置分散分析 (対応あり) を実施し、その後の検定には Bonferroni 法による多重比較を行った。フィン泳力と膝伸展筋力の関係を検討するためにピアソンの相関係数を用いた。相関係数 ± 0.2 未満はほとんど関係なし、 ± 0.2 以上 ± 0.4 未満は低い相関関係、 ± 0.4 以上



写真4 アンダーアームプッシュ (UAP) (左側: 救助者役, 右側: 溺者役)

±0.7未満は中程度の相関関係、±0.7以上は高い相関関係とした²¹⁾。データの集計及び統計処理は、SPSS Statistics version 24を用い、有意水準は5%とした。

3. 結果

表1は、調査対象者における身体的特徴と膝伸展筋力値を示している。男性(n=65)と女性(n=37)の年齢、身長、体重、膝伸展筋力について対応のないt検定にて比較した結果、身長(t=8.50, p<0.05)、体重(t=7.27, p<0.05)、膝伸展筋力(t=6.34, p<0.05)には有意差が認められた。

表2は、調査対象者におけるフィン泳力の測定値を示している。

表3は、FKにおける性別と各ゴム硬度のフィン泳力の分散分析を示している。二元配置分散分析の結果、有意な交互作用は認められず(F(2, 300)=2.78, n.s.)、両要因(性別及びゴム硬度)に有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、性別では男性が女性よりも記録が有意に良かった。またゴム硬度においてはA75, A80, A85の順に記録が有意に良かった。

表4は、UAPにおける性別と各ゴム硬度のフィン泳力の分散分析を示している。二元配置分散分析の結果、有意な交互作用は認められず(F(2, 300)=0.53, n.s.)、両

要因(性別及びゴム硬度)に有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、性別では男性が女性よりも記録が有意に良かった。またゴム硬度においてはA75, A80, A85の順に記録が有意に良かった。

図1は、FKにおける各ゴム硬度のフィン泳力の比較を示している。一元配置分散分析の結果、ゴム硬度に有意な主効果が認められた(F(2, 202)=128.62, p<0.05)。多重比較検定の結果、A75, A80, A85の順に記録が有意に良かった。

図2は、UAPにおける各ゴム硬度のフィン泳力の比較を示している。一元配置分散分析の結果、ゴム硬度に有意な主効果が認められた(F(2, 202)=56.00, p<0.05)。多重比較検定の結果、A75, A80, A85の順に記録が有意に良かった。

図3は、全体のFKにおける各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力の関係を示している。

図4は、全体のUAPにおける各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力の関係を示している。

表5は、各泳法における各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力の相関係数を示している。

フィン泳力と膝伸展筋力との間には、FKの全体(A75 (r=0.429, p<0.05), A80 (r=0.398, p<0.05), A85 (r=0.350, p<0.05))及び女性(A75 (r=0.393, p<0.05),

表2 調査対象者におけるフィン泳力の測定値(平均値±標準偏差)

	n	FK			UAP		
		A75(m/s)	A80(m/s)	A85(m/s)	A75(m/s)	A80(m/s)	A85(m/s)
全体(男女)	102	1.28±0.08	1.26±0.10	1.18±0.13	0.81±0.11	0.78±0.12	0.73±0.13
男性	65	1.31±0.06	1.30±0.09	1.22±0.12	0.85±0.10	0.81±0.12	0.76±0.12
女性	37	1.23±0.08	1.20±0.09	1.11±0.12	0.75±0.11	0.73±0.11	0.68±0.12

表3 FKにおける性別と各ゴム硬度のフィン泳力の分散分析

要因	分散分析				多重比較検定	
	df	F	p	偏η ²		
(被験者間要因)						
性別	1	28.48	0.00	*	0.22	男性>女性
誤差	100	(0.02)				
(被験者内要因)						
ゴム硬度	2	130.80	0.00	*	0.57	A75>A80>A85
性別×ゴム硬度	2	2.78	0.06		0.03	
誤差	300	(0.01)				

*: p<0.05

表4 UAPにおける性別と各ゴム硬度のフィン泳力の分散分析

要因	分散分析				多重比較検定	
	df	F	p	偏η ²		
(被験者間要因)						
性別	1	17.17	0.00	*	0.15	男性>女性
誤差	100	(0.02)				
(被験者内要因)						
ゴム硬度	2	49.34	0.00	*	0.33	A75>A80>A85
性別×ゴム硬度	2	0.53	0.59		0.01	
誤差	300	(0.01)				

*: p<0.05

スノーケリング初級者における最速のフィン泳力を導くフィンの硬度について

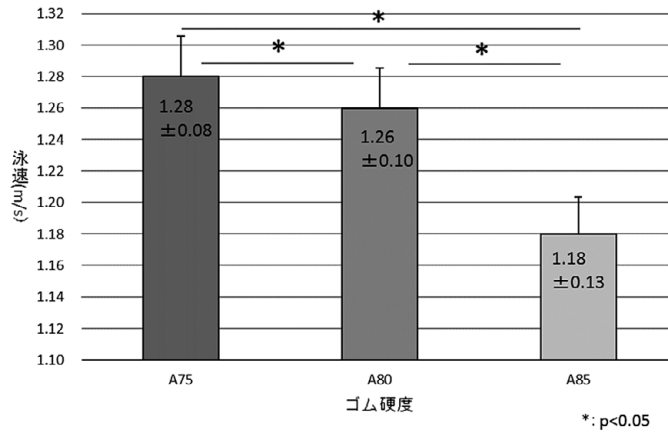


図1 FKにおける各ゴム硬度のフィン泳力の比較 (n=102)

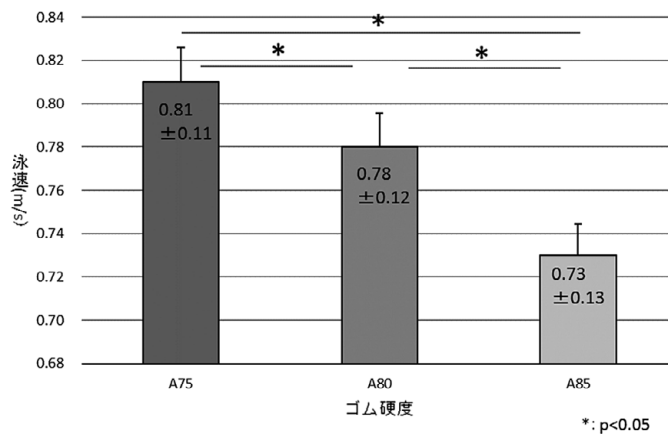


図2 UAPにおける各ゴム硬度のフィン泳力の比較 (n=102)

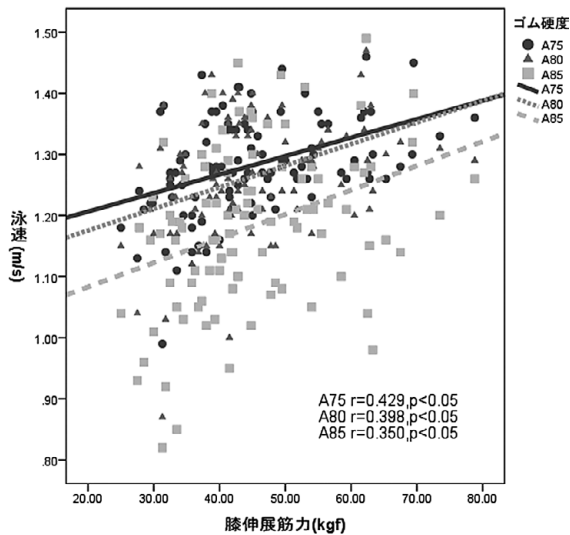


図3 全体のFKにおける各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力の関係 (n=102)

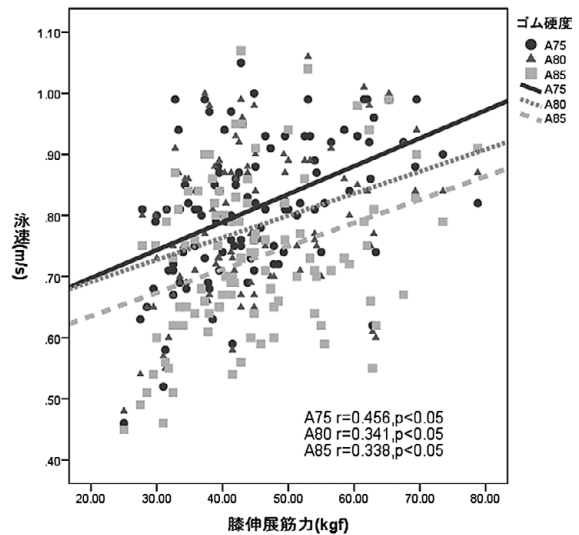


図4 全体のUAPにおける各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力の関係 (n=102)

A80 ($r=0.338, p<0.05$), A85 ($r=0.341, p<0.05$))において、有意な中程度もしくは低い正の相関関係が認められた。一方、男性 (A75 ($r=0.186, n.s.$), A80 ($r=0.169, n.s.$), A85 ($r=0.111, n.s.$)) には有意な相関関係が認められなかった。

また、UAPの全体 (A75 ($r=0.456, p<0.05$), A80 ($r=0.341, p<0.05$), A85 ($r=0.338, p<0.05$)) 及び女性 (A75 ($r=0.490, p<0.05$), A80 ($r=0.413, p<0.05$), A85 ($r=0.446, p<0.05$)) において、有意な中程度もしくは低い正の相関関係が認められた。一方、男性はA75

表5 各泳法における各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力の相関係数

泳法 ゴム硬度	FK			UAP		
	A75	A80	A85	A75	A80	A85
全体 (n=102)	0.429 *	0.398 *	0.350 *	0.456 *	0.341 *	0.338 *
男性 (n=65)	0.186	0.169	0.111	0.251 *	0.140	0.141
女性 (n=37)	0.393 *	0.338 *	0.341 *	0.490 *	0.413 *	0.446 *

* : p<0.05

($r=0.251$, $p<0.05$) において有意な正の低い相関関係が認められたが, (A80 ($r=0.140$, n.s.), A85 ($r=0.141$, n.s.)) には有意な相関関係が認められなかった。

4. 考 察

本研究においては, スノーケリング初級者を対象に最速のフィン泳力を導くフィンの硬度を明らかにすることであった。そのために, フィンの素材としてゴム硬度3種類におけるフィン泳力と膝伸展筋力との関係を検討した。

性別について各泳法のフィン泳力を比較すると, 二元配置分散分析の結果は, FK, UAP 共にゴム硬度を含めて有意差が認められ, 男性の方が速いタイムであった。本研究での各泳法と各ゴム硬度のフィン泳力における男性記録を女性記録で除した率は, FK (A75: 93.9%, A80: 92.3%, A85: 91.0%), UAP (A75: 88.2%, A80: 90.1%, A85: 89.5%) であった。筆者ら²²⁾が行った研究において UAP の性差は, 曳行距離が本研究の 25 M と先行研究の 20 M と測定距離や使用フィンは異なるが 76.9% であった。それは測定距離やフィン硬度等の要因の違いがあるものの, 男性の方が速いタイムであったことから, 本研究の調査対象者においても生理的な要素が関与したと考えられる。

また, 男性, 女性別における膝伸展筋力の平均値について比較すると, 対応のない t 検定の結果, 有意差が認められ, 男性の方が大きかった。加賀谷²³⁾は性差が顕著なのは筋力であり, 女性の筋力は男性の 60~80% に相当する。そして最大筋力の性差は筋量の相違に最も大きな影響を受けると述べている。本研究の膝伸展筋力値の性差は 74.4% であり, 先行研究と同様に筋量の相違が影響したと考えられる。

3種類のゴム硬度について比較すると, 二元配置分散分析及び一元配置分散分析の結果は, FK, UAP 共に A75, A80, A85 の順に有意に記録が良かった。したがって, スノーケリング初級者は, ゴム硬度 A75 のフィンを用いることが望ましいと考えられる。この意味から本研究の結果は, 前述の望月¹¹⁾が初級者は比較的柔らかいものが良く, Pendergast ら¹²⁾の柔らかいフィンが最も良いパフォーマンスであったと述べる内容と共通している。したがって, フィンのゴム硬度を選択する際の指標として, A75 は妥当性を有している

と考えられる。

本研究において, FK における各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力との関係を検討した結果, 全体では各硬度において有意な正の相関関係が認められた。これら2変数間に A75 は中程度, A80 及び A85 は低い関係があると推測される。しかし, 性別で検討すると女性においては有意な正の相関関係が認められるが, 男性においては有意な相関関係が認められなかった。また UAP における各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力との関係を検討した結果, 全体では各硬度において有意な正の相関関係が認められた。これら2変数間に A75 は中程度, A80 及び A85 は低い関係があると推測される。しかし, 性別で検討すると女性においては有意な正の相関関係が認められるが, 男性においては A75 のみ有意な正の相関関係が認められ, A80 及び A85 は有意な相関関係が認められなかった。そして各泳法, 各ゴム硬度において, 相関係数の値は A75 が全体, 男性, 女性, すべてにおいて高かった。

したがって, 女性において各泳法, 各硬度におけるフィン泳力と膝伸展筋力には, 中程度もしくは低い関係があると考えられる。男性においては UAP のゴム硬度 A75 のみ低い関係があると考えられる。そして全体, 男性, 女性において, ゴム硬度 A75 の相関係数の値は, 他のゴム硬度と比較して高い傾向になると考えられる。

それらの意味から本研究の結果は, 前述の Pendergast ら¹⁸⁾, 大下ら¹⁹⁾の脚力が高い場合はフィン泳力に關係してタイムが速いと述べている内容と女性における両泳法及び男性における UAP のゴム硬度 A75 が同様であった。よって, 膝伸展筋力とフィン泳力には, 関係があると考えられる。しかし硬いフィンを使いこなすことができる場合という条件に対しては男性, 女性共に異なった結果であった。

また, 前述の Zamparo ら^{16,17)}の柔らかいフィンに比べ, 硬いフィンの方が高い泳速に繋がると報告している内容とも異なった結果であった。それは, 各泳法において柔らかいゴム硬度 A75 の記録が最も良く, 硬いゴム硬度 A85 の記録が最も悪かったからである。初級者レベルの場合, ゴム硬度 A75 の記録が良かった理由としては, 柔らかいフィンのしなりが推進力を得るためにフィンキックの技能を補ったと推測できる。また

Zamparo ら¹⁶⁾ はキック頻度について泳速度と関係することを明らかにしており、本研究においても、柔らかいゴム硬度 A75 は水の抵抗力が低く、キック頻度が高かった可能性があり記録が良かったことが考えられる。それに対して硬いゴム硬度 A85 はフィンのしなりが小さいためにフィンを使いこなす技能の未熟さから推進力を得られず、さらに水の抵抗力が高く、キック頻度が低かった可能性があり記録が悪かったことが考えられる。

Pendergast ら¹⁸⁾ の調査対象者は、米国男性 (32.0 ± 3.8 歳, 身長 182.0 ± 6.0 cm, 体重 90.9 ± 9.3 kg) であり、ダイビング経験 3 ~ 15 年間の技能レベルがスクーバ認定のインストラクターまたはプロのダイバーであった。また、使用フィンの素材は過半数が合成樹脂であった。すなわち、その調査対象者は日本人の標準体型と比較してかなり大柄な体格であり、合成樹脂の硬いフィンを使いこなせる高い膝伸展筋力であったことが推測でき、さらにフィン経験歴による技能レベルの高さが影響したと考えられる。このことから本研究の結果は、前述の須賀¹³⁾ が日本人の足の筋肉の強さに適合する材質は硬い合成樹脂素材ではなく、柔らかいゴムが良いと述べている点と共通している。したがってスノーケリング初級者は、フィン選択の際には膝伸展筋力に関わらず、ゴム硬度 A75 のものを用いることが望ましいと考えられる。

以上のことを考え合わせると、スノーケリング初級者にとって必要なフィン泳力は前述のレジャーとして通常活動時、特にスピードを要することなくゆっくり水面を進む程度である。その反面、潮流に流された時や水難事故時では、技能面と安全管理面から、自己保全することやパディ曳行を 1 秒でも早く最速で泳がなければならないという観点から、柔らかいゴム硬度 A75 のフィンを用いることが望ましいと考えられる。

なお、本研究はゴム硬度が 3 種類に限っていたことから更に柔らかい、硬いといったフィンとの比較も必要と考えられる。また、初級者と指導者などの技能レベル差などを考慮した、より詳細な検討が必要であるものと考えられる。

5. 結 論

本研究は、スノーケリング初級者を対象として最速のフィン泳力を導くフィンの硬度を明らかにすることにより、スノーケリングで用いるフィンを選択する基準についての基礎的資料を得ることであった。

実験では、スノーケリング初級者を対象にフィンの素材としてゴム硬度 3 種類におけるフィン泳力と膝伸展筋力を測定した。測定結果について、性別や泳法とゴム硬度、フィン泳力と膝伸展筋力との関係について

検討した結果、以下の結論を得た。

性別について各泳法のフィン泳力の比較では、二元配置分散分析の結果から、FK, UAP 共にゴム硬度を含めて有意差が認められ、男性の方が良い記録を示した。

3 種類のゴム硬度についての比較では、二元配置分散分析及び一元配置分散分析の結果から、FK, UAP 共に有意差が認められ、A75, A80, A85 の順に有意に良い記録を示した。

各ゴム硬度のフィン泳力と膝伸展筋力との関係を検討した結果、女性は FK, UAP 共に有意な正の相関関係が認められ、中程度もしくは低い関係を示した。男性は UAP の A75 のみ有意な正の相関関係が認められ、低い関係を示した。

これらにより、スノーケリング初級者においては、膝伸展筋力や性別に関わらず、ゴム硬度 A75 のフィンを選択することが望ましいと考えられた。

謝辞 本研究遂行にあたり、趣旨をご理解、ご協力頂いたフィン製造業者の GULL 並びにプール施設の THE101 関係者各位に心から感謝し、厚く御礼申し上げます。

6. 引用文献

- 1) 日本生産性本部：レジャー白書 2015. 公益財団法人日本生産性本部, p63, 2015.
- 2) 吉田章：スノーケリング指導者教本. 財団法人社会スポーツセンター, pp4-110, 2006.
- 3) 海上保安庁：海難の現況と対策について～大切な命を守るために～ (平成 28 年版). 海上保安庁, pp82-83, 2016.
- 4) 海上保安庁：平成 26 年における海難の現況と対策について. 海上保安庁, p47, 2015.
- 5) 西隆一郎, 村田尚紀, ニツ町悟, 木村信介, 村井弥亮, 古賀幸夫：水難事故予防を目的とした離岸流の研究. 海岸工学論文集第 52 巻, pp1306-1310, 2005.
- 6) 犬飼直之, 大竹剛史, 山本浩, 細山田得三：突堤付近における砂浜海岸での離岸流の可視化および発生予測について. 土木学会論文集 B1 (水工学), 第 71 巻 (4), ppI715-I720, 2015.
- 7) 海上保安庁：離岸流を調査します！～楽しく安全なマリトレジャーのために～. 海上保安庁, p7, 2015.
- 8) 日本赤十字社：赤十字水上安全法講習教本. 株式会社日赤サービス, p12, 2013.
- 9) 栗山善昭：砂浜砕波帯における流れと地形変化. 日本流体力学会誌「ながれ」, 第 24 巻 (1), pp47-55, 2005.
- 10) 新保淳：スポーツ用具とスポーツ技能の相互規定性に内在する疎外構造に関する研究. 社団法人日本体育学会, 日本体育学会大会号 (36), p68, 1985.
- 11) 望月昇：イラスト・ガイド ダイビング・マニュアル. マリン企画, p22, 1991.
- 12) Pendergast, D.R., Mollendorf, J., Logue, C., Samimy,

- S.: Underwater fin swimming in women with reference to fin selection. *Undersea Hyperb Med.* 30(1), pp75-85, 2003.
- 13) 須賀次郎：ダイビング。財団法人社会スポーツセンター，p44, 1996.
 - 14) Abraldes, J.A.: Study of the effectiveness of the fin based on the type of test in distance of 25 meters: Diving, swimming and towing. *Aquatic activities and professional soco-rrismo. 4th Salvage and First Aid Congress*, pp341-349, 2005.
 - 15) Abraldes, J.A.: Evaluation of swim fins according to the time taken in swim tests and manikin tow tests. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5(2), pp67-72, 2006.
 - 16) Zamparo, P., Pendergast, D. R., Termin, B., Minetti, A. E.: How fins affect the economy and efficiency of human swimming. *J. of Exp. Biol.* 205, pp2665-2676, 2002.
 - 17) Zamparo, P., Pendergast, D.R., Termin, B., Minetti, A.E.: Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness. *Eur. J. of Appl. Hysiol.* 96, pp459-470, 2006.
 - 18) Pendergast, D.R., Mollendorf, J., Logue, C., Samimy, S.: Evaluation of fins used in underwater swimming. *Undersea Hyperb Med.* 30(1), p69, 2013.
 - 19) 大下和茂, 湯浅安理：フィンスイミング競技の紹介と競技力向上に繋がる最近の研究—フィンスイミング・ワールドカップ2011 ゴールデンファイナル中国大会の参加報告を兼ねて—。九共大紀要第2巻第2号，p88, 2013.
 - 20) ナウイエンタープライズ：NAUI HANDBOOK (NAUI ダイビングコース基準と手続き手順マニュアル) 第15版改訂。株式会社ナウイエンタープライズ，pp2.99-2.100, 2015.
 - 21) 出村慎一：健康・スポーツ科学のためのSPSSによる統計解析入門。杏林書院，p64, 2013.
 - 22) 小泉和史, 高野修, 千足耕一：初心者・初級者のスノーケリングレスキューにおけるキック方法の検討。海洋人間学会雑誌第5巻第2号，p36, 2016.
 - 23) 加賀谷淳子：男女の体型・機能差とスポーツ。臨床スポーツ医学第22巻第10号，p1218, 2005.
-
- <連絡先>
著者名：小泉和史
住 所：神奈川県横浜市青葉区鴨志田町 1221-1
所 属：アクアスポーツ研究室
E-mail アドレス：koizumi-k@nittai.ac.jp